

①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑪ DE 3707023 A1

②① Aktenzeichen: P 37 07 023.1
②② Anmeldetag: 5. 3. 87
④③ Offenlegungstag: 15. 9. 88

Behördeneigentum

AU = AC

= US 4,878,720

*#4621
10/762,198*

G 02 B 5/04

11. 9. 1988

DE 3707023 A1

⑦① Anmelder:
Optische Werke G. Rodenstock, 8000 München, DE

⑦④ Vertreter:
Münich, W., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 8000
München

⑦② Erfinder:
Hanke, Peter, 8031 Eichenau, DE; Bleicher, Jakob,
8000 München, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Vorrichtung zum Ablenken eines Strahlenbündels

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Ablenken eines Strahlenbündels in eine Ebene mittels eines um eine Achse drehbaren Umlenkprismas konstanter Ablenkung und einem dem Umlenkprisma zugeordneten Abbildungssystem, insbesondere einem F-Theta-Objektiv. Als einfach zu fertigendes Umlenkprisma mit guten Gleichlauf Eigenschaften wird ein Viereckprisma nach Wollaston, wobei die Drehachse in etwa senkrecht zu einer der beiden Prismenflächen, die einen rechten Winkel miteinander bilden, orientiert ist, vorgeschlagen.

DE 3707023 A1

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Ablenken eines Strahlenbündels in eine Ebene mittels eines um eine Achse drehbaren Umlenkprismas konstanter Ablenkung und einem dem Umlenkprisma zugeordneten Abbildungssystem, insbesondere einem F-Theta-Objektiv, dadurch gekennzeichnet, daß das Umlenkprisma ein Viereckprisma nach Wollaston ist und die Drehachse in etwa senkrecht zu einer der beiden Prismenflächen, die einen rechten Winkel miteinander bilden, orientiert ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1 mit einem Viereckprisma und zwei einen rechten Winkel miteinander einschließenden unverspiegelten Flächen und zwei verspiegelten Flächen, dadurch gekennzeichnet, daß das Viereckprisma eine Brechzahl besitzt, bei der ein in etwa parallel zur Drehachse orientiertes, durch die erste unverspiegelte Fläche (9) in das Viereckprisma eingetretenes und an der der Eintrittsfläche (9) gegenüberliegenden ersten verspiegelten Fläche (11) reflektiertes Strahlenbündel (13, 14, 15) zunächst an der zweiten unverspiegelten Fläche (10) und anschließend an der ersten unverspiegelten Fläche (9) total reflektiert wird, ehe es nach Reflexion an der zweiten verspiegelten Fläche (12) durch die zweite unverspiegelte Fläche (10) aus dem Umlenkprisma austritt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden senkrecht zueinander orientierten Prismenflächen (9, 10) in der zu deren Schnittgeraden senkrechten Richtung wenigstens eine Breite

$$a = (1 + 2x) \cdot d \cdot \sqrt{2}$$

besitzen, mit

d = Durchmesser des Strahlenbündels und
 $0,05 \leq x \leq 0,3$ insbesondere
 $0,1 \leq x \leq 0,2$.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 – 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlenbündelachse auch Drehachse des Viereckprismas ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 – 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Viereckprisma für eine Umlenkung eines Strahlenbündels um einen Winkel von 90° ausgelegt ist.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Ablenken eines Strahlenbündels in eine Ebene mittels eines um eine Achse drehbaren Umlenkprismas konstanter Ablenkung und einem dem Umlenkprisma zugeordneten Abbildungssystem, insbesondere einem F-Theta-Objektiv.

Derartige Vorrichtungen werden in Scanner-Systemen verwendet. In bekannten Scanner-Systemen wird ein von einer Lichtquelle ausgehendes Strahlenbündel durch ein rotierendes Umlenkelement abgelenkt und mittels eines Abbildungssystems als Lichtpunkt auf einer abzutastenden Oberfläche abgebildet. Durch die rotierenden Umlenkelemente wird das Strahlenbündel z.B. in eine Ebene abgelenkt. Die Abtastung der Oberfläche erfolgt zeilenweise.

In derartigen optischen Abtastsystemen ist es erforder-

derlich, daß die Abtastzeilen geradlinig sind, wobei aufeinander folgende Abtastzeilen parallel zueinander angeordnet sind und der Zeilenabstand konstant ist. In der Praxis ergeben sich stets Abweichungen von diesem idealen Bewegungsmuster des Lichtpunktes. So kann z.B. ein in ungenau gefertigten Lagern gelagertes Umlenkelement in eine Flatter- und Vibrationsbewegung (Wobbeln) versetzt werden. Derartige Effekte beeinträchtigen ein genaues Arbeiten des Scanner-Systems.

Es ist bekannt, den störenden Einfluß des Wobbelns mit Hilfe eines Pentaprismas, das um eine Achse rotiert, die eine der senkrecht zueinander stehenden Seitenflächen durchsetzt, auszugleichen. Durch das Penta-Prisma wird eine konstante, von Verkipnungen der Prismendrehachse unabhängige Ablenkung eines Strahlenbündels erzielt. Die Verwendung eines Penta-Prismas innerhalb eines Scanner-Systems ist beispielsweise in der US-PS 44 75 787 geschildert.

Wird ein derartiges Penta-Prisma auf kleinste Dimensionen ausgelegt, so daß die Eingangsschnittweite des nachfolgenden Abbildungssystems möglichst klein wird, so sind die Gleichlaufeigenschaften des in Rotation versetzten Penta-Prismas unbefriedigend. Dies ist von besonderem Nachteil, da ein Penta-Prisma mit relativ groben Drehzahlen rotiert. Somit ergibt sich die Notwendigkeit, durch aufwendiges Auswuchten des Antriebsmotors und/oder durch relativ niedrige Drehzahlen Beschädigungen des Umlenkelementes durch hohe Zentrifugalkräfte in Grenzen zu halten.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein einfach zu fertigendes Umlenkprisma der eingangs geschilderten Art mit guten Gleichlaufeigenschaften anzugeben.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das Umlenkprisma ein Viereckprisma nach Wollaston ist und die Drehachse in etwa senkrecht zu einer der beiden Prismenflächen, die einen rechten Winkel miteinander bilden, orientiert ist.

Es hat sich gezeigt, daß mit einem an sich bekannten Viereckprisma nach Wollaston innerhalb einer gattungsgemäßen Vorrichtung eine überraschend günstige Gestaltung des Umlenkelementes hinsichtlich des Abstandes zwischen Drehachse und Schwerpunkt des Prismas, des Prismengewichtes und des die Eingangsschnittweite des nachgeordneten Abbildungssystems bestimmenden Abstandes zwischen der Drehachse und dem von dieser am weitesten entfernten Prismenteil erreicht werden kann. Im Vergleich zu einem auf kleinste Dimensionen ausgelegten Penta-Prisma besitzt ein Viereckprisma nach Wollaston ein geringeres Gewicht. Die Eingangsschnittweite des nachfolgenden Abbildungssystems gleicht maximal der für ein Penta-Prisma erforderlichen Eingangsschnittweite. Von besonderem Vorteil ist jedoch, daß das Viereckprisma nach Wollaston so positioniert werden kann, daß der mechanische Schwerpunkt des Viereckprismas dem Schwerpunkt des einfallenden, parallelen Lichtes sehr nahe kommt. Da sich das Prisma um den Schwerpunkt des einfallenden, parallelen Lichtes dreht, gibt es im Vergleich zum Penta-Prisma fast keine Unwucht mehr. Besonders bei hoher Drehzahl werden damit die Gleichlaufeigenschaften erheblich verbessert.

Ein Viereckprisma nach Wollaston besitzt zwei verspiegelte und zwei unverspiegelte Flächen. Die aneinander angrenzenden unverspiegelten Flächen schließen einen Winkel von 90° miteinander ein.

Grundsätzlich wäre eine Strahlenführung möglich, bei der ein Strahlenbündel, das parallel zur Drehachse

orientiert ist, durch die erste unverspiegelte Fläche, die ja in etwa senkrecht zur Drehachse liegt, in das Viereckprisma eintritt, anschließend an der an die unverspiegelte Fläche angrenzenden verspiegelten Fläche und dann an der weiteren verspiegelten Fläche reflektiert wird, um schließlich über die zweite unverspiegelte Fläche aus dem Viereckprisma auszutreten.

Eine optimal kleine Eingangsschnittweite des Abbildungssystems läßt sich aber mit der im Patentanspruch 2 angegebenen bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung erzielen. Um auch bei einem Verkippen der Prismendrehachse eine korrekte und vollständige Umlenkung eines Strahlenbündels beibehalten zu können, wird die Eingangsfläche des Viereckprismas größer als die Strahlenbündelquerschnittsfläche gewählt. In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung besitzen die beiden senkrecht zueinander orientierten Prismenflächen in der zu deren Schnittgeraden senkrechten Richtung die im Patentanspruch 3 beanspruchten Breite.

Bevorzugte weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Patentansprüchen 4 und 5 angegeben.

Im folgenden soll anhand schematischer Skizzen ein Ausführungsbeispiel erläutert werden.

Es zeigen:

Fig. 1 einen Schnitt durch ein herkömmliches Penta-Prisma,

Fig. 2 einen Schnitt durch ein Viereckprisma nach Wollaston.

In beiden Figuren sind Umlenkprismen dargestellt, die das eintretende Strahlenbündel um 90° ablenken sollen. In den beiden Figuren sind weder die Abbildungssysteme noch die Halterungen und Lager der jeweiligen Prismen dargestellt. Das einem Prisma zugeordnete Abbildungssystem kann im Strahlengang vor oder nach dem Prisma angeordnet sein.

In Fig. 1 ist ein Penta-Prisma mit unverspiegelten Flächen 1, 2, verspiegelten Flächen 3, 4 und einer weiteren Fläche 5 dargestellt. Ein Strahlenbündel, beispielsweise ein Laser-Strahlenbündel, des Durchmessers d tritt durch die unverspiegelte Fläche 1 in das Penta-Prisma ein. Nach Reflexionen an den verspiegelten Flächen 3, 4 tritt das Strahlenbündel durch die unverspiegelte Fläche 2 aus dem Penta-Prisma aus. Mit Bezugszeichen 6, 7, 8 sind Strahlen dieses Strahlenbündels bezeichnet. Das Penta-Prisma rotiert um eine Achse, deren Lage mit der Lage des senkrecht zur Fläche 1 orientierten Strahles 7 übereinstimmt. S charakterisiert die Lage des Schwerpunktes, dessen Abstand zur Fläche 2 mit s_p bezeichnet ist. Der Abstand zwischen Fläche 2 und der Schnittkante der Flächen 4 und 5 ist mit t bezeichnet.

In Fig. 2 ist ein Viereckprisma nach Wollaston dargestellt. Es besitzt zwei unverspiegelte Flächen 9, 10, die einen rechten Winkel bilden, sowie zwei verspiegelte Flächen 11, 12. Die Flächen 10, 11 und die Flächen 9, 12 schließen einen Winkel von $67,5^\circ$ ein.

Ein Strahlenbündel, von dem lediglich Strahlen 13, 14, 15 dargestellt sind, tritt senkrecht durch Fläche 9 in das Viereckprisma ein, wird an der verspiegelten Fläche 11 reflektiert und nachfolgend an den Flächen 10, 9 total reflektiert. Nach Reflexion an der Fläche 12 tritt das Strahlenbündel aus Fläche 10 aus. Das austretende Strahlenbündel ist gegenüber dem eintretenden Strahlenbündel um 90° geknickt. Die Strahlenbündelachse 14 ist auch Drehachse des Viereckprismas. Die Drehachse ist in etwa senkrecht zur Prismenfläche 9 orientiert, d.h. die Drehachse schließt mit der Vertikalen auf die Prismenfläche 9 maximal einen Winkel von ca. 4° — abhängig vom Brechwert des Glases — ein.

In Fig. 2 ist der Idealfall einer nicht verkippten Drehachse dargestellt. Die einfallenden Lichtstrahlen sind untereinander sowie zur Fläche 10 parallel. Mit a ist der Abstand zwischen Fläche 10 und der Schnittkante zwischen den Flächen 9 und 12 bezeichnet. Im Ausführungsbeispiel hat das Strahlenbündel gegenüber Fläche 10 einen Abstand x von z.B. $0,15 d$. Der Abstand x ist erforderlich, damit auch bei einem Verkippen der Prismendrehachse eine korrekte und vollständige Umlenkung eines Strahlenbündels beibehalten wird.

Die vom Viereckprisma bewirkte Strahlenlenkung ist gegenüber Verkipnungen der Prismendrehachse unempfindlich. Auch bei Verkipnungen bleibt der Winkel zwischen dem austretenden Strahlenbündel und dem eintretenden Strahlenbündel konstant, wobei das austretende Strahlenbündel lediglich parallel zu sich verschoben ist. Durch die nachfolgende Abbildungsoptik, im Ausführungsbeispiel eine F-Theta-Optik eines Scanner-Systems, werden die zueinander parallelen Strahlenbündel fokussiert.

Im Vergleich zum Penta-Prisma liegt der Schwerpunkt des Viereckprismas nach Wollaston (Abstand s_w von Fläche 10) erheblich näher an der Prismendrehachse als der Schwerpunkt des Penta-Prismas an dessen Drehachse. Das Viereckprisma besitzt somit fast keine Unwucht mehr. Besonders bei hoher Drehzahl werden damit die Gleichlaufeigenschaften im Vergleich zum Penta-Prisma erheblich verbessert. Die Abstände t und a stimmen überein, d.h. in beiden Fällen ergibt sich für das Abbildungssystem die gleiche Eingangsschnittweite.

05-08-87

Nummer:

Int. Cl.4:

Anmeldetag:

Offenlegungstag:

37 07 023

G 02 B 26/10

5. März 1987

15. September 1988

9

3707023

Fig.1

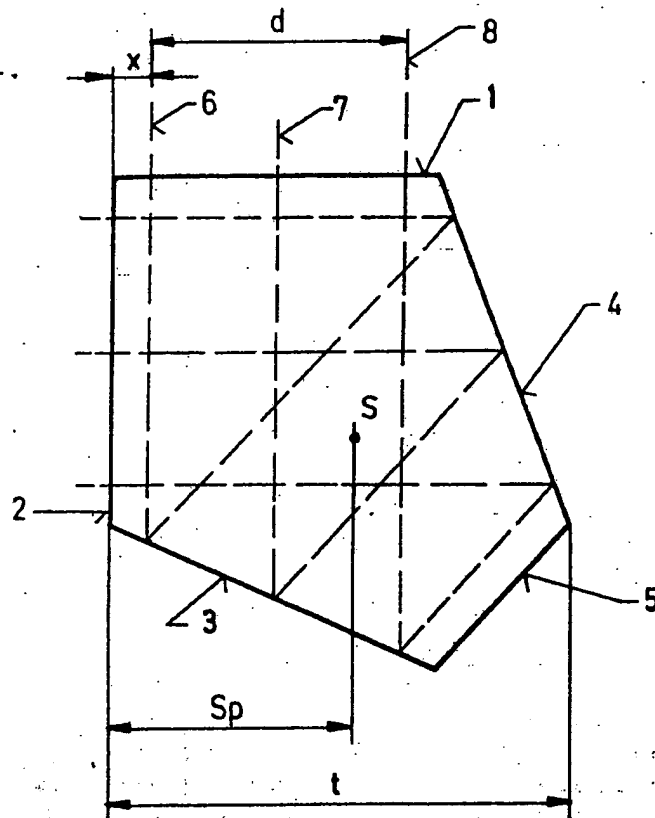


Fig.2

